

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-305360

(43)Date of publication of application : 02.11.2000

(51)Int.Cl.

G03G 15/09  
H01F 7/02

(21)Application number : 2000-029637

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 07.02.2000

(72)Inventor : KAI SO

(30)Priority

Priority number : 11039198 Priority date : 17.02.1999 Priority country : JP

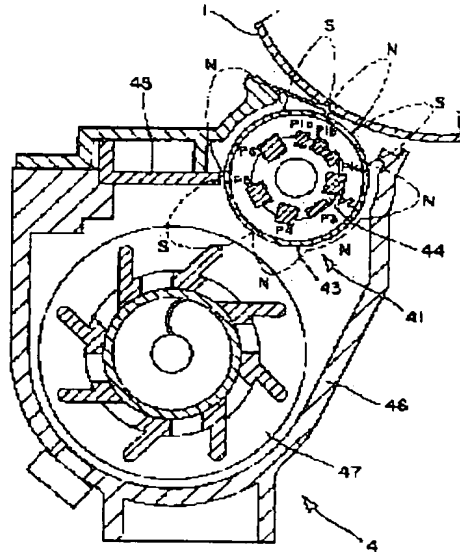
## (54) DEVELOPING METHOD, DEVELOPING DEVICE, MAGNETIC ROLL AND IMAGE FORMING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To secure a good image density and image quality by preventing generation of an end void and a burr especially in a low contrast image.

SOLUTION: In this developing method where developer is brought up to a developing sleeve, a magnetic brush is formed on the developing sleeve 43 and a latent image is visualized by having the developer come into a sliding contact with a latent image carrier, the magnetic brush is constituted so that its spikes get up uniformly in the longitudinal direction of the developing sleeve 43 and come into contact with the latent image carrier.

Attenuation factor of magnetic density in a direction of a normal line of a main magnetic pole causing getting up of the spikes of the brush in a developing range is made so as to become  $\geq 40\%$  and preferably  $\geq 50\%$ . Since when the attenuation factor of the magnetic pole is made greater, the width of the getting-up of the spikes between standing and lying of the magnetic brush is made smaller, as a result the magnetic brush can stand short and with high density.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-305360  
(P2000-305360A)

(43) 公開日 平成12年11月2日(2000.11.2)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターマコト*(参考)
G 0 3 G 15/09		G 0 3 G 15/09	A
H 0 1 F 7/02		H 0 1 F 7/02	H

審査請求 未請求 請求項の数27 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2000-29637(P2000-29637)  
(22) 出願日 平成12年2月7日(2000.2.7)  
(31) 優先権主張番号 特願平11-39198  
(32) 優先日 平成11年2月17日(1999.2.17)  
(33) 優先権主張国 日本(J P)

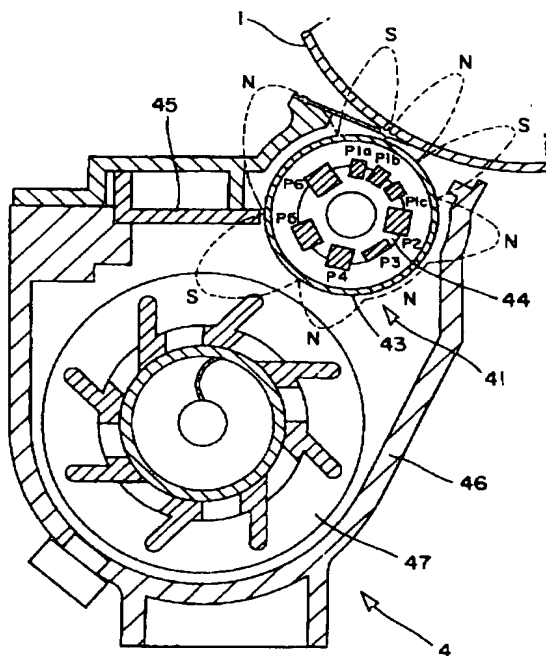
(71) 出願人 000006747  
株式会社リコー  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号  
(72) 発明者 甲斐 創  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内  
(74) 代理人 100063130  
弁理士 伊藤 武久 (外1名)

(54) 【発明の名称】 現像方法、現像装置、磁石ローラ及び画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】 特に低コントラスト画像の後端白抜け／ギザギザ発生を改善することができて良好な画像濃度と画質を確保する。

【解決手段】 現像剤を現像スリーブに汲み上げて、現像スリーブ上に磁気ブラシを形成し、潜像担持体に現像剤を摺擦させて潜像を可視像化する現像方法において、磁気ブラシが現像スリーブ長手方向に対し均一に穂立ちを起こして、潜像担持体に接触するように構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 現像剤を現像スリーブに汲み上げて、現像スリーブ上に磁気ブラシを形成し、潜像担持体に現像剤を摺擦させて潜像を可視像化する現像方法において、上記磁気ブラシが現像スリーブ長手方向に対し均一に穂立ちを起こして、潜像担持体に接触することを特徴とする現像方法。

【請求項2】 現像剤を現像スリーブに汲み上げて、現像スリーブ上に磁気ブラシを形成し、潜像担持体に現像剤を摺擦させて潜像を可視像化する現像方法において、上記磁気ブラシが現像スリーブ長手方向に対し均一に潜像担持体から離間し、穂倒れを起こすことを特徴とする現像方法。

【請求項3】 現像剤を現像スリーブに汲み上げて、現像スリーブ上に磁気ブラシを形成し、潜像担持体に現像剤を摺擦させて潜像を可視像化する現像方法において、現像剤を立ち上げる主磁極の磁力形成を補助する補助磁極を形成することを特徴とする現像方法。

【請求項4】 現像剤を立ち上げる主磁極と現像剤搬送方向上流側及び／又は下流側の搬送磁極との間に主磁極磁力の形成を補助する補助磁極を形成することを特徴とする請求項3に記載の現像方法。

【請求項5】 現像剤を現像スリーブに汲み上げて、現像スリーブ上に磁気ブラシを形成し、潜像担持体に現像剤を摺擦させて潜像を可視像化する現像装置において、上記磁気ブラシが現像スリーブ長手方向に対し均一に穂立ちを起こして、潜像担持体に接触することを特徴とする現像装置。

【請求項6】 現像剤を現像スリーブに汲み上げて、現像スリーブ上に磁気ブラシを形成し、潜像担持体に現像剤を摺擦させて潜像を可視像化する現像装置において、上記磁気ブラシが現像スリーブ長手方向に対し均一に潜像担持体から離間し、穂倒れを起こすことを特徴とする現像装置。

【請求項7】 潜像を可視像化するための現像剤担持体が非磁性スリーブと当該スリーブ内に固定配置された磁石ローラとからなり、当該磁石ローラが現像剤汲み上げ磁極、現像剤搬送磁極、現像剤穂立ちのための主磁極を備える現像装置において、上記主磁極の法線方向磁束密度の減衰率が40%以上であることを特徴とする現像装置。

【請求項8】 上記主磁極を形成する磁石が希土類金属合金によって構成されることを特徴とする請求項7に記載の現像装置。

【請求項9】 潜像を可視像化するための現像剤担持体が非磁性スリーブと当該スリーブ内に固定配置された磁石ローラとからなり、当該磁石ローラが現像剤汲み上げ磁極、現像剤搬送磁極、現像剤穂立ちのための主磁極を備える現像装置において、上記主磁極の半値幅が22°以下であることを特徴とす

る現像装置。

【請求項10】 潜像を可視像化するための現像剤担持体が非磁性スリーブと当該スリーブ内に固定配置された磁石ローラとからなり、当該磁石ローラが現像剤汲み上げ磁極、現像剤搬送磁極、現像剤穂立ちのための主磁極を備える現像装置において、上記主磁極の磁力形成を補助する補助磁石を備えることを特徴とする現像装置。

【請求項11】 上記補助磁石を、上記主磁極を形成する主磁石の現像剤搬送方向上流側及び／又は下流側に配置することを特徴とする請求項10に記載の現像装置。

【請求項12】 上記主磁石と補助磁石とによる磁石ローラにおける中心角を35°以下で構成することを特徴とする請求項11に記載の現像装置。

【請求項13】 上記補助磁石の半値幅を40°以下で構成することを特徴とする請求項10又は11に記載の現像装置。

【請求項14】 上記補助磁石と更にその外側に位置する現像剤搬送磁極のための磁石との磁極変極点による磁石ローラにおける中心角を120°以下で構成することを特徴とする請求項11に記載の現像装置。

【請求項15】 上記主磁極と補助磁石の磁極とが互いに異なることを特徴とする請求項10～14のいずれか一項に記載の現像装置。

【請求項16】 上記主磁極を形成する磁石が、希土類金属合金によって構成されることを特徴とする請求項10～15のいずれか一項に記載の現像装置。

【請求項17】 現像装置に装着される現像剤担持体を構成する磁石ローラにして、現像剤穂立ちのための主磁極を備える磁石ローラにおいて、上記主磁極の法線方向磁束密度の減衰率が40%以上であることを特徴とする磁石ローラ。

【請求項18】 上記主磁極を形成する磁石が希土類金属合金によって構成されることを特徴とする請求項17に記載の磁石ローラ。

【請求項19】 現像装置に装着される現像剤担持体を構成する磁石ローラにして、現像領域での現像剤穂立ちのための主磁極を備える磁石ローラにおいて、上記主磁極の半値幅が22°以下であることを特徴とする磁石ローラ。

【請求項20】 現像装置に装着される現像剤担持体を構成する磁石ローラにして、現像領域での現像剤穂立ちのための主磁極の磁力形成を補助する補助磁石を備えることを特徴とする磁石ローラ。

【請求項21】 上記補助磁石を、上記主磁極を形成する主磁石の現像剤搬送方向上流側及び／又は下流側に配置することを特徴とする請求項20に記載の磁石ローラ。

【請求項22】 上記主磁石と補助磁石とによる磁石ローラにおける中心角を35°以下で構成することを特徴

とする請求項 21 に記載の磁石ローラ。

【請求項 23】 上記補助磁石の半値幅を  $40^\circ$  以下で構成することを特徴とする請求項 20 又は 21 に記載の磁石ローラ。

【請求項 24】 上記補助磁石と更にその外側に位置する現像剤搬送磁極のための磁石との磁極交点による磁石ローラにおける中心角を  $120^\circ$  以下で構成することを特徴とする請求項 21 に記載の磁石ローラ。

【請求項 25】 上記主磁極と補助磁石の磁極とが互いに異なることを特徴とする請求項 20～24 のいずれか一項に記載の磁石ローラ。

【請求項 26】 少なくとも上記主磁極を形成する磁石が、希土類金属合金によって構成されることを特徴とする請求項 20～25 のいずれか一項に記載の磁石ローラ。

【請求項 27】 上記請求項 5～16 のいずれか一項に係る現像装置を備えた画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、現像剤担持体表面の所謂現像領域部分に現像剤を立ち上げて（穂立ちを起こして）現像処理するにあたり画像濃度を高く且つ低コントラスト画像を良好にする現像方法、その現像方法を実施するための現像装置、及び当該現像装置に配設される磁石ローラ並びに当該現像装置を装着した画像形成装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、複写機、プリンタ、ファクシミリなどの電子写真式や静電記録式の画像形成装置においては、感光体ドラムや感光体ベルトなどからなる潜像担持体上に画像情報に対応した静電潜像が形成され、現像装置によって現像動作が実行され、可視像が得られるようになっている。このように現像動作を実行するにあたり、転写性、ハーフトーンの再現性、温度・湿度に対する現像特性の安定性などの観点から、トナーとキャリアからなる 2 成分現像剤を用いた磁気ブラシ現像方式が主流になってきている。つまり、現像装置では、現像剤担持体上に 2 成分現像剤がブラシチェーン状に穂立ちを起こし、現像領域において、現像剤中のトナーを潜像担持体上の潜像部分に供給するのである。ここで現像領域とは、現像剤担持体上で磁気ブラシが立ち上がり潜像担持体と接触している範囲である。

【0003】上記現像剤担持体は、通常円筒状に形成されたスリーブ（現像スリーブ）でなると共に、当該スリーブ表面に現像剤の穂立ちを生じさせるように磁界を形成する磁石体（磁石ローラ）をスリーブ内部に備えている。穂立ちの際、キャリアが磁石ローラで生じる磁力線に沿うようにスリーブ上に穂立ちすると共に、この穂立ちに係るキャリアに対して帯電トナーが付着されている。上記磁石ローラは、複数の磁極を備え、それぞれの

磁極を形成する磁石が棒状などに形成されていて、特にスリーブ表面の現像領域部分では現像剤を立ち上げる現像主磁極を備えている。上記スリーブと磁石ローラの少なくとも一方が動くことでスリーブ表面に穂立ちを起こした現像剤が移動するようになっている。現像領域に搬送された現像剤は上記現像主磁極から発せられる磁力線に沿って穂立ちを起こし、この現像剤のチェーン穂は撓むように潜像担持体表面に接触し、接触した現像剤のチェーン穂が潜像担持体との相対線速差に基づいて静電潜像と擦れ合いながら、トナー供給を行う。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような現像装置においては、画像濃度を高くするための現像条件と低コントラスト画像を良好に得るための現像条件とが両立せず、高濃度部と低濃度部との双方を同時に改善することが困難である。即ち、画像濃度を高くするための現像条件としては、(i)潜像担持体と現像スリーブとの間隔である現像ギャップを狭くすること、あるいは(ii)現像領域幅を広くすることなどが挙げられる。一方、低コントラスト画像を良好に得るための現像条件としては、(i')現像ギャップを広くすること、あるいは(i'')現像領域幅を狭くすることなどがある。つまり、双方の現像条件は相対するものであって両立せず、全濃度域にわたって双方の条件を満たして良質な画像を得ることは一般に困難とされている。

【0005】例えば低コントラスト画像を重視する場合には、ベタラインのクロス部や黒ベタ、ハーフトーンベタ画像の後端部に白抜けを生じる所謂「後端白抜け」と称される異常画像が発生しやすい。また同じ幅で形成した格子画像の横線が縦線よりも細くなったり、1 ドットなどの小さい点画像が現像されないなどの現象も発生している。

【0006】このような現象のメカニズムを考える。図 15 に示すように、現像スリーブ上に形成される磁気ブラシが潜像担持体と摺擦する部分で発生する接触部（現像ニップ）において、潜像担持体と現像スリーブの線速差（対感光体線速比）がある場合に、上記現象は生じる。例えば対感光体線速比を 2.5 倍とする場合、現像スリーブは潜像担持体よりも 2.5 倍速く動くということである。また現像スリーブの現像主磁極半値幅が  $48^\circ$  の磁石を用いる時の現像ニップの幅は約 4 mm（実験値）であり、また現像ギャップは 0.4 mm であった。

【0007】潜像担持体上の潜像は磁気ブラシによってトナー像とされるが、図 15 に示した現像ニップにおいて潜像が現像される際の、キャリアに付着するトナーの挙動を、磁気ブラシの穂立ち・穂倒れと静電潜像の位置関係を示す図 16 において、考察する。

【0008】図 16 a, b は、静電潜像の表面電位と現像バイアスの関係、現像ニップでの静電潜像位置、及び現像ニップ前後での磁気ブラシの動きを示している。現

像スリーブは通常円筒状に形成されるが、ここでは説明の便宜上、平坦なものとして示す。

【0009】図16aでは静電潜像の地肌部と画像部の境がニップのはば中心に位置している。現像スリーブと潜像担持体が共に同一方向に移動し、潜像担持体移動速度 $S_p$ ＜現像スリーブ移動速度 $S_s$ の関係にあるので、相対的に潜像担持体が停止していると想定すると磁気ブラシの動きは次のようになる。即ち、磁気ブラシはH1の位置で穂立ちを生じ、潜像担持体と磁気ブラシ先端のキャリアとが接触を開始する。H2の位置では磁気ブラシは地肌部を擦って移動し、H3の位置では磁気ブラシは画像部を通過し、H4の位置では穂倒れを起こし、磁気ブラシ先端のキャリアが潜像担持体と離間する。これらH1～H4間で潜像担持体と接触する磁気ブラシ先端のキャリアは、ほとんどその高さ位置を変えずに、但しキャリア単体では自転しながら、ニップ内を通過する。

【0010】図16aに示したH1～H4間の磁気ブラシにおける先端キャリアとトナーの付着状態を、モデル図として示したものが図17a～dである。磁気ブラシ位置H1が図17aに相当し、以下H2～H4が図17b～図17dに相当する。

【0011】磁気ブラシ位置H1はニップに入ってから間もない箇所なので、比較的均一にキャリアの周囲にトナーが付着している（図17a）。磁気ブラシ位置H2では、現像バイアス $V_b$ の電圧と潜像担持体の地肌部の静電電位で形成される電界が潜像担持体側から現像スリーブに向かう方向性を有する領域であるため、トナーは潜像担持体から遠ざかるように移動し、図17bのように潜像担持体近傍でのトナーが減少する。この状態はニップ内をキャリアがローリングしながら移動するため、ニップ幅が広くなるのに伴い、潜像担持体近傍のキャリア表面のトナーが減っている表面積が、増加する。

【0012】磁気ブラシ位置H3では現像バイアス $V_b$ の電圧と潜像担持体の画像部の静電電位で形成される電界が現像スリーブ側から潜像担持体に向かう方向性を有する領域になるが、下方に移動していたトナーが瞬時に潜像担持体上の静電画像に付着することはできない。そしてその間に、当該画像部を先に通過した別の磁気ブラシによって潜像担持体に付着した当該潜像担持体上のトナーが磁気ブラシ側キャリアのカウンターチャージのためにキャリア側に移る「トナー逆移動」が生じる。磁気ブラシ先端のキャリア表面のトナーが増えて、潜像担持体画像部後端のトナー付着が減っている状態が図17cである。

【0013】トナー逆移動によってトナー量が増えるとカウンターチャージも減じ、下方に移動していたトナーが再び磁気ブラシ先端に移動しやすくなり、現像スリーブ側から潜像担持体に向いた電界によってキャリア上のトナーが潜像担持体に向かう正規な現像領域になり、逆

移動していたトナーも再度潜像担持体に付着することができる。この状態を図17dに示した。

【0014】時間の経過に伴って潜像スリーブと潜像担持体とが相対移動し、図16bに示したように画像部後端が磁気ブラシ位置H4に近づくと、図17cに示した状態において穂倒れが起こる。即ち、潜像担持体上のかのりのトナーが磁気ブラシ先端のキャリア側に逆移動して、画像部のトナー付着が少なくなった状態において穂倒れが起きて現像を終了することとなる。これが「後端白抜け」で、ハーフトーンでは一層顕著に現れる。更に線速比を比較して大きくして現像する場合、磁気ブラシが潜像担持体に接触した際の衝撃力が大きく、キャリアとトナーの付着力が低減して、トナーの移動が起こりやすくなっている。この「後端白抜け」現象を生じる際、後端白抜け部はギザギザになっている（波打ち状態）が、そのメカニズムについて考察する。

【0015】固定配置された磁石外周を回転する現像スリーブ上の現像剤は磁力線に沿って磁気ブラシを形成し、磁極ピークのある部分では完全に立ち上がり、磁極間の接線磁極が高い部分では現像スリーブ表面に沿うようになり、これを繰り返しながら現像スリーブ上を搬送される。特に規制部材により薄層に形成された現像剤では上記現象が顕著である。そして磁気ブラシが現像領域に入る際、現像主磁極と当該主磁極の1極前の磁極との間で現像スリーブ表面に沿って搬送された現像剤は、主磁極磁界にしたがって立ち上がり潜像担持体に摺擦して現像を行う。そして現像後、現像主磁極磁界にしたがって穂倒れを起こした磁気ブラシが現像スリーブ表面を下流側に搬送されるものである。

【0016】ここで、現像主磁極磁界にしたがう磁気ブラシの立ち上がり始めの段階で現像スリーブの長手方向において立ち上がりにばらつきがあるならば、磁気ブラシが潜像担持体に接触する位置もばらつくこととなる。つまり、磁気ブラシの立ち上がりのばらつきによって、磁気ブラシが主磁極のピーク部分から外れた位置で完全な立ち上がりを迎える状態がスリーブ長手方向において散在することになり、更にスリーブ長手方向で隣り合った磁気ブラシが引き合うこともあって、個々に分かれた大きな穂となり、潜像担持体への接触位置がスリーブ長手方向において不揃いでばらつく。このような事態は、磁気ブラシの潜像担持体との摺擦後にも同じように発生する。その結果、既述したように磁気ブラシ先端キャリアのトナードリフト現象によって発生したカウンターチャージによる画像後端白抜けは、図8bに示すようにギザギザ形状となるのである。一方、主磁極磁界にしたがって立ち上がる磁気ブラシがスリーブ長手方向で均一な立ち上がりを実現できるならば、後端白抜けの解消に伴って、図8aに示すように画像後端のギザギザ形状もなくなるはずである。

【0017】以上のような「後端白抜け」現象に関し

て、図18に示したように、数cm角のベタ画像において後端にかかる状態で5mm程度の面積濃度を測定すると、図19における条件2での濃度特性（現像ニップ幅が4mm程度）として結果が表れる。図19のグラフは、縦軸に図18に示したベタ画像の後端濃度を、横軸に現像スリーブ移動速度 $S_s$ と潜像担持体移動速度 $S_p$ との速度比を示すものである。線速比を例えば1.1程度から一段と増加すると、後端白抜けを起こす部分以外での濃度は上がるが、図17cに示した状態が著しく、したがって後端白抜けも著しくなり、その幅も次第に広がって、濃度測定位置での測定濃度結果に大きなばらつきがでる。

【0018】以上の欠点をなくすために、図16及び図17に関連して説明した挙動状態から図17bに示す状態にならない条件を見出し、図19の破線（条件1）に示すような、線速比が大きくなっても後端濃度の低下がないか、線速比が大きくなりトナー供給の増加があることに伴って後端濃度が上昇するような特性が得られる方法を見いだす。

【0019】上記欠点をなくすための改良の方向として、一つには、現像バイアス $V_b$ と地肌部の電位差を零にするやり方が考えられる。このようなやり方は、トナーが電荷量分布を持ち、地汚れを発生させ得る低い電荷量のトナーに合わせて、地汚れを生じない電位差に設定される必要があるため、現実的な改良の方策にはなり得ない。また、トナーに磁性体を混合させた磁性トナーを使用すると、トナーが現像スリーブ側の磁界の影響を受け上記電界による移動が緩慢となり、図17bの状態が起こりにくくなる。しかし、潜像担持体上の画像部へのトナー付着も減じ、画像全体の濃度が高くないことと、磁性体を含むためにカラートナーへの展開ができないことの理由で、有効な改良の方策とすることが困難である。キャリア特性やキャリア表面の構成を改良することで改良法としての可能性も残るが、耐久性等を考慮すると、この狙いだけのためにキャリアを変更するのは実用的でなく、現実的な改良の方策にはなり得ない。

【0020】良質な画質を確保するために、細線の再現性、特に縦横比、ドットの再現性、トナー付着の均一性等のファクターを考慮することが指摘でき、これらは、後端白抜け／ギザギザ発生の排除と共に達成されるべき項目である。

【0021】以上の要点を鑑みて、本発明は、特に低コントラスト画像の後端白抜け／ギザギザ発生を改善することができて良好な画像濃度と画質を確保することを課題とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】上記課題は、本発明にしたがって、現像剤を現像スリーブに汲み上げて、現像スリーブ上に磁気ブラシを形成し、潜像担持体に現像剤を摺擦させて潜像を可視像化する現像方法において、磁気

ブラシが現像スリーブ長手方向に対し均一に穂立ちを起こして、潜像担持体に接触するように構成することによって、解決される。あるいは磁気ブラシが現像スリーブ長手方向に対し均一に潜像担持体から離間して、穂倒れを起こすように構成すれば、上記課題が一層確実に解決できる。ここで穂立ち・穂倒れにおける「均一」とは、例えばキャリア径50 $\mu$ mの場合にスリーブ長手方向における磁気ブラシの穂の振幅が2mm程度、好ましくは1mm程度に収まる状態を意味する。

【0023】また現像領域で穂立ちを起こす主磁極の法線方向磁束密度の減衰率を40%以上、好ましくは50%以上とすることで、上記課題が解決される。磁極の減衰率が大きくなるということは、磁気ブラシの立ち上がり・倒れの間の穂立ち幅が小さくなることで、その結果、磁気ブラシは短く且つ密に立ち上がることとなる。このような短く且つ密な立ち上がりをする磁気ブラシは、スリーブ長手方向において考察すると、立ち上がり・倒れの均一化をもたらすものである。減衰率を大きくするには、その磁極を形成する磁石の選択によって実現可能である。また以下の実施の形態の項で述べるように、実験的に、磁極の半値幅を狭くすることで、その減衰率が大きくなることが判明している。当該半値幅を22°以下、望ましくは18°以下で構成するのが良い。半値幅とは、法線方向の磁力分布曲線の最高法線磁力（頂点）の半分の値（例えばN極によって作製されている磁石の最高法線磁力が120mT（ミリテスラ）であった場合、半値50%というところ60mTである。半値80%という表現もあり、この場合には96mTとなる）を指す部分の角度幅のことである。

【0024】主磁極の半値幅を狭くする一つの方策として、その磁力形成を補助する補助磁極を形成することが考えられる。半値幅が狭くなれば、磁気ブラシの穂立ち位置が主極に近づき、現像ニップ自体も狭くなり、良好な画像濃度と画質を確保することができた。主磁極と現像剤搬送方向上流側及び／又は下流側の搬送磁極との間に主磁極の磁力形成を補助する補助磁極を形成するようになっていけば、好適である。そのためには、上記主磁極を形成する主磁石の現像剤搬送方向上流側及び／又は下流側に、補助磁石を配置するのが効果的である。補助磁極を主磁極の下流側に形成すると、短く均一になった磁気ブラシにおいて穂が倒れる際にスキヤベンジを起こすブラシのむらを防止することができる。また補助磁極を主磁極の上流側に形成すると、短く均一になった磁気ブラシにおいて穂が立つ際にカウンターチャージを受けるブラシのむらを防止することができる。

【0025】上記主磁石と補助磁石とによる磁石ローラにおける中心角を35°以下、望ましくは30°以下で構成すること；上記補助磁石の半値幅を40°以下、望ましくは35°以下で構成すること；あるいは上記補助磁石と更にその外側に位置する現像剤搬送磁極のための

磁石との磁極変極点による磁石ローラにおける中心角を $120^\circ$ 以下、望ましくは $90^\circ$ 以下で構成することが好ましい。この場合、半値幅や中心角の下限に関しては、それぞれの角度を形成する磁石が大きさや形状を有するものなので、 $0^\circ$ というのは現実的でなく、現像において必要最低限の磁力である $60\text{ mT}$ 程度を確保できることが条件とされる。上記主磁極と補助磁石の磁極とは互いに異なっている。少なくとも上記主磁極を形成する磁石が、希土類金属合金によって構成されるならば好都合である。

【0026】

【発明の実施の形態】本発明の詳細を、図に示す例に基づいて説明する。先ず本発明に係る現像装置を含む感光体ユニット全体について説明する。図1において、静電潜像担持体である感光体ドラム1の周囲には、当該ドラム表面を帯電するための帯電装置2、一様帯電処理面に潜像を形成するためのレーザー光線となる露光3、ドラム表面の潜像に帯電トナーを付着することでトナー像を形成する現像装置4、形成されたドラム上のトナー像を記録紙6へ転写するための転写装置5、ドラム上の残留トナーを除去するためのクリーニング装置7、ドラム上の残留電位を除去するための除電ランプ8が順に配設されている。このような構成において、帯電装置2の帯電ローラによって表面を一様に帯電された感光体1は、露光3によって静電潜像を形成され、現像装置4によってトナー像を形成される。当該トナー像は、転写ベルトなどとなる転写装置5によって、感光体ドラム1表面から、不図示の給紙トレイから搬送された記録紙へ転写される。この転写の際に感光体ドラム1に静電的に付着した記録紙は、分離爪によって感光体ドラム1から分離される。そして未定着の記録紙上のトナー像は定着器によって記録紙に定着される。一方、転写されずに感光体ドラム上に残留したトナーは、クリーニング装置7によって除去され回収される。残留トナーを除去された感光体ドラム1は除電ランプ8で初期化され、次の画像形成プロセスに供される。

【0027】上記現像装置4の構成を図2に基づいて説明する。現像装置4内には、現像剤担持体である現像ローラ41が感光体ドラム1に近接するように配置されていて、双方の対向部分には、感光体ドラムと磁気ブラシが接触する現像領域が形成されている。現像ローラ41では、アルミニウム、真鍮、ステンレス、導電性樹脂などの非磁性体を円筒形に形成してなる現像スリーブ43が不図示の回転駆動機構によって時計回り方向に回転されるようになっている。本実施例においては、感光体ドラム1のドラム径が $60\text{ mm}$ で、ドラム線速が $240\text{ m/m/秒}$ に設定され、現像スリーブ43のスリーブ径が $20\text{ mm}$ で、スリーブ線速が $600\text{ mm/秒}$ に設定されている。したがって、ドラム線速に対するスリーブ線速の比は2.5である。また感光体ドラム1と現像スリーブ

43との間隔である現像ギャップは $0.4\text{ mm}$ に設定されている。現像ギャップは、従来ではキャリア粒径が $50\text{ }\mu\text{m}$ であれば $0.65\text{ mm}$ から $0.8\text{ mm}$ 程度、言い換えれば、現像剤粒径の10倍以上に設定されていたが、本実施例では10倍以下( $0.55\text{ mm}$ )に設定するのが良い。これより広くすると望ましいとされる画像濃度が出にくくなる。

【0028】現像剤の搬送方向(図で見て時計回り方向)における現像領域の上流側部分には、現像剤チェーン穂の穂高さ、即ち、現像スリーブ上の現像剤量を規制するドクタブレード45が設置されている。このドクタブレード45と現像スリーブ43との間隔であるドクタギャップは $0.4\text{ mm}$ に設定されている。更に現像ローラの感光体ドラムとは反対側領域には、現像ケーシング46内の現像剤を攪拌しながら現像ローラ41へ汲み上げるためのスクリュウ47が設置されている。

【0029】上記現像スリーブ43内には、当該現像スリーブ43の周表面に現像剤の穂立ちを生じるように磁界を形成する磁石ローラ体(磁石ローラ)44が固定状態で備えられている。この磁石ローラ体から発せられる法線方向磁力線に沿うように、現像剤のキャリアが現像スリーブ43上にチェーン状に穂立ちを起こし、このチェーン状に穂立ちを生じたキャリアに帯電トナーが付着されて、磁気ブラシが構成される。当該磁気ブラシは現像スリーブ43の回転によって現像スリーブ43と同方向(図で見て時計回り方向)に移送されることとなる。上記磁石ローラ体44は、複数の磁極(磁石)を備えている。具体的には、図3にも詳細を示すように、現像領域部分に現像剤の穂立ちを生じる現像主磁石P1b、主磁極の磁力形成を補助する主磁極磁力形成補助磁石P1a、P1c、現像スリーブ43上に現像剤を汲み上げるための磁石P4、汲み上げられた現像剤を現像領域まで搬送する磁石P5、P6、現像後の領域で現像剤を搬送する磁極P2、P3を備えている。これら各磁石P1b、P1a、P1c、P4、P5、P2及びP3は、現像スリーブ43の半径方向に向けて配置されている。本例では、磁石ローラ体44を8極の磁石によって構成しているが、汲み上げ性、黒ベタ画像追従性を向上させるためにP3極からドクタブレード45の間に磁石(磁極)を更に増やして10極や12極で構成してもよい。

【0030】特に図2に示すように、上記現像主極群P1は、P1a、P1b、P1cの順で上流側から並ぶ横断面の小さな磁石から構成されている。横断面の小さいこれら磁石は希土類金属合金により作製されているが、サマリウム合金系磁石、特にサマリウムコバルト合金系磁石などを用いることもできる。希土類金属合金磁石のうち代表的な鉄ネオジウムボロン合金磁石では最大エネルギー積が $358\text{ kJ/m}^3$ であり、鉄ネオジウムボロン合金ボンド磁石では最大エネルギー積が $80\text{ kJ/m}^3$ 前後である。このような磁石によって従来の磁石と異

なり、相当に小サイズ化しても必要な現像ローラ表面磁力を確保できる。従来の通常フェライト磁石やフェライトボンド磁石では最大エネルギー積がそれぞれ36 kJ/m<sup>3</sup> 前後、20 kJ/m<sup>3</sup> 前後である。スリーブ径を大きくすることが許容される場合には、フェライト磁石やフェライトボンド磁石を用いて形状を大きくとり、あるいはスリーブ側に向いた磁石先端を細く形成することによっても半値幅を狭くすることが可能である。また、本実施例では横断面の小さな磁石により構成しているが、一体成形で形成される磁石ローラにより成形して良く、更に、P1極群以外の磁石を一体成形しP1極群を個別に形成し一体化若しくは同時に形成しても良い。扇状に形成した磁石を磁石ローラ軸に貼り合わせによって成形しても良い。

【0031】本例では、現像主磁石P1bと、現像スリーブ43上に現像剤を汲み上げるための磁石P4と、汲み上げられた現像剤を現像領域まで搬送する磁石P6と、現像後の領域で現像剤を搬送する磁極P2、P3がN極をなし、主磁極の磁力形成を補助する主磁極磁力形成補助磁石P1a、P1cと、汲み上げられた現像剤を搬送する磁石P5がS極をなしている。法線方向の磁束密度を測定し円チャートグラフとして示した図3で理解できるように、主磁石P1bとして、現像ローラ上で85 mT以上の法線方向磁力を有する磁石が用いられた。本例では、当該主磁石P1bより回転下流側の主磁極磁力形成補助磁石P1cとして60 mT以上の磁力を有する磁石を用いることにより、キャリア付着などの異常画像の発生が無いことが確認された。これよりも小さい磁力の場合にはキャリア付着が発生した。キャリア付着に関係する磁力は接線磁力であり、この接線磁力を大きくするためにはP1b、P1cの磁力を大きくする必要があるが、どちらかを十分に大きくすることでキャリア付着の発生を抑えることができる。磁石P1a、P1b、P1cの磁石幅は2 mmであった。この時のP1bの半値幅は16°であった。

【0032】なお別の例として図4に示すように、主磁石P1bの下流側のみに主磁極磁力形成補助磁石P1cを配置したところ、主磁石P1bでの半値幅は変わらなかったが、主磁極(P1b部分)の磁力が数%低下した。上流側に主磁極磁力形成補助磁石(P1a)が無いためにP1a部分の磁力は低下し、30 mT程度になったことが確認されたが、この箇所は入口シールによって覆うことができる部分であり、そのような構成では当該箇所が作像部に露出しないので、画像に影響が出ぬようにして主磁極に現像剤を提供することが可能である。更に磁石の幅を狭くすることで、半値幅は更に細くなることが確認された。1.6 mm幅の磁石を用いた際の主磁極の半値幅は12°であった。

【0033】法線方向の磁力密度の減衰率を考察するにあたり、改めて図3に戻る。当該図は法線磁力パターン

を示すもので、実線は現像スリーブ表面上の磁束密度を測定して円チャートグラフであり、破線は現像スリーブ表面から1 mm離れたところでの法線方向の磁束密度を測定した円チャートグラフである。対照のため、図5に従来の磁石ローラでの磁力詳細を概略的に示す。測定に使用した計測装置はADS社製ガウスメーター(HGM-8300)並びにADS社製A1型アキシアルプローブであり、円チャートレコーダにて記録した。

【0034】本例での磁石ローラによる観測では、主磁極P1bのスリーブ表面上の法線方向の磁束密度は95 mTを示し、スリーブ表面から1 mm離れた部分での法線方向磁束密度は44.2 mTであり、磁束密度の変化量は50.8 mTの磁力差であった。この時の法線方向磁束密度の減衰率(スリーブ表面上の法線方向磁束密度のピーク値からスリーブ表面から1 mm離れたところでの法線方向磁束密度のピーク値の差をスリーブ表面上の法線方向磁束密度のピーク値で割った比率)は53.5%である。主磁極P1bの上流側に位置する主磁極磁力形成補助磁石P1aのスリーブ表面上の法線方向磁束密度は93 mTを示し、スリーブ表面上から1 mm離れた部分での法線方向磁束密度は49.6 mTであり、磁束密度の変化量は43.4 mTの磁力差であった。この時の法線方向磁束密度の減衰率は46.7%である。主磁極P1bの下流側に位置する主磁極磁力形成補助磁石P1cのスリーブ表面上の法線方向磁束密度は92 mTを示し、スリーブ表面上から1 mm離れた部分での法線方向磁束密度は51.7 mTであり、磁束密度の変化量は40.3 mTの磁力差であった。この時の法線方向磁束密度の減衰率は43.8%である。本例では、磁石ローラ上に発生した磁力線に沿って形成された磁気ブラシは、主磁極P1bに形成されるブラシ部分のみが感光体に接し、感光体上の静電潜像を顕像化する。この際、感光体が接しない状態で測定すると当該箇所での磁気ブラシの長さは約1.5 mmで、従来の磁石ローラで形成される磁気ブラシ(約3 mm)よりも穂立ちが短く、密になった状態を作り出すことが可能となった。現像剤規制部材と現像スリーブの間の距離が従来と同じである場合には、現像剤規制部材を通過する現像剤量が同じであるので、現像領域にある磁気ブラシは短く、密になっていることが確認できた。この現象は図3の法線磁力パターンからも理解でき、現像スリーブ表面から1 mm離れたところでの法線磁束密度が大きく減少しているので、磁気ブラシは現像スリーブより離れたところではブラシチェーンを形成することができず、磁気ブラシが短く現像スリーブ表面に密に形成することとなる。ちなみに従来の磁石ローラ(図5)では、主磁極のスリーブ表面上の法線方向磁束密度は73 mTを示し、スリーブ表面上から1 mm離れた部分での法線方向磁束密度は51.8 mTであり、磁束密度の変化量は21.2 mTの磁力差であった。この時の法線方向磁束密度の減衰率は29%で



ある。

【0035】本発明に係る磁石ローラの法線方向磁力分布とその大きさ程度を示す図3を基礎にして主磁石P1bと補助磁石P1a、P1cの位置関係を中心として改めて表した図6から認識できるように、主磁石の最高法線磁力が95mTである時の半値は47.5mTで、その半値幅は22°である。この主磁極の半値幅22°を境に、それより大きくすると異常画像の発生があることが確認された。

【0036】主磁極磁力形成補助磁石P1a、P1cの半値幅は35°以下に形成する。この部分での半値幅は外側に位置するP2やP6の半値幅が大きいために主磁極でのように半値幅を相対的に狭く設定することができない。また主磁石P1bの両側にある主磁極磁力形成補助磁石P1a、P1cによる挟角を30°以下に形成する。主磁極の現像剤搬送方向上流及び下流に補助磁極を\*

φ16mm(本発明FeNdB\*ント磁石ローラ)

	P1a	P1b	P1c	P2	P3	P4	P5	P6
磁束密度(mT)	62.9	63.8	78.7	63.6	-	48.1	64.6	60.0
半値中央角度	334.1 (25.8)	0	27.5	67.1	-	151.5	212.7	279.2
半値幅	19.7	17.0	19.7	30.6	-	28.0	52.2	37.7
磁極	N	S	N	S	-	S	N	S

φ16mm(従来磁石ローラ)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
磁束密度(mT)	75.4	57.2	-	44.1	57.7	50.7
半値中央角度	0	69.5	-	153.2	220.6	297.0
半値幅	45.3	45.2	-	34.3	52.5	41.56
磁極	N	S	-	S	N	S

φ20mm(本発明FeNdB\*ント磁石ローラ)

	P1a	P1b	P1c	P2	P3	P4	P5	P6
磁束密度(mT)	87.0	69.8	77.7	54.0	-	30.0	72.8	62.2
半値中央角度	337.7 (-22.3)	0	22.6	59.1	-	147.8	203.0	287.6
半値幅	17.8	13.4	17.1	29.7	-	84.9	42.2	46.6
磁極	S	N	S	N	-	N	S	N

φ20mm(従来磁石ローラ)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
磁束密度(mT)	89.2	57.5	-	21.1	63.5	71.9
半値中央角度	0	65.8	-	157.8	211.4	295.5
半値幅	47.6	37.2	-	29.3	38.0	49.7
磁極	N	S	-	S	N	S

【0039】以上の条件により、後端白抜け及びギザギザ形状の発生が抑制される。つまり、主磁極の半値幅を狭くしたことで、短い磁気ブラシでの立ち上がりで穂倒れを実現して現像ニップを狭くし、図17bに示された磁気ブラシ先端側トナーの根元側への移動を極力少なくし、スリーブ長手方向においては、その立ち上がりで倒れを均一化するので、画像後端におけるギザギザ形状と白抜けの発生がし難くなるのである。

【0040】図7は磁気ブラシ穂立ち均一度と画像後端

\*形成した上記の例では、主磁極での半値幅を16°に設定するために当該挟角は22°とした。更に主磁極磁力形成補助磁石P1a、P1cと当該補助磁石の外側にある磁石P2、P6とによる変極点(0mT：磁力がN極からS極、S極からN極に変わる点)の挟角を120°以下にする。

【0037】具体的な例として、16mm径と20mm径での本発明に係るFeNdBボンドの磁石ローラでの磁束密度等を従来構成での磁石ローラとの比較において表1に示す。当該磁石ローラの測定は既述したADS社製TS-10A型プローブ、ガウスメータHGM-8900Sを用いて行った。法線方向、接線方向の磁束密度の測定のホール素子の位置はスリーブ表面より0.5mmに設定した。

【0038】

【表1】

白抜けランクの関係を示していて、磁気ブラシが主磁極によって発生する磁力線に沿って穂立ちを起こす穂立ち均一度をランクで表している。ランク数字が小さい方が穂立ちがばらついている状態であり、ランク数字が大きいた方が穂立ちの均一性に優れている。穂立ちの均一度が上がるほど画像後端白抜けランクも良くなることが分かる。

【0041】磁気ブラシの穂立ち均一度が悪い場合、図8bに示すように、潜像担持体に接する部分における磁

気ブラシが不均一になるため、トナー移動の挙動が現像スリーブ長手方向各位置によって異なり、非画像部の電荷により移動するトナーの距離が変わり、潜像担持体近傍のトナー濃度が長手方向に対して不均一になってしまい、画像後端白抜けが起きやすくなる。また、画像後端部が波打った状態で画像後端白抜けが発生する。反対に穂立ち均一度が良い場合には、図 8 a のように、潜像担持体に接触する際に磁気ブラシが長手方向に対して均一に接触するため、トナーの移動が均一となり、画像後端白抜けの発生を抑えることができる。このようなことは磁気ブラシが潜像担持体から離間する側でも同じであり、均一に離間することが望ましく、磁気ブラシが現像領域から抜ける際、スリーブ長手方向において均一な状態でブラシ穂が現像スリーブに倒れる状態となると、スキヤベンジが均一となる。従来の磁石ローラのように不均一に磁気ブラシが現像スリーブに穂倒れを起こす場合にはスキヤベンジ量に差が生まれ、画像後端部を磁気ブラシが掃き取る状態を作り出して、異常画像の発生を促してしまう。

【0042】本発明によれば、後端白抜けやギザギザ形状の発生抑制と同様に、横線の再現性（特に縦横比の確保）、ドットの再現性、トナー付着の均一性が改善される。そのイメージを図 9 に示し、図 15 と比較する。

【0043】主磁極が更に制御され、キャリアの穂列を 1 列のみ感光体に接触可能である場合は、[キャリア粒径×線速比 ( $S_s/S_p$ )] 以上のニップ幅で現像が可能となる。

【0044】磁気ブラシ均一度は半値幅によって表すことが可能である。図 10 は主磁極半値幅と磁気ブラシの穂立ち均一度の関係を表す。半値幅が小さくなるほど磁気ブラシの穂立ちの均一性が向上する。穂立ちが均一になることによって画像が良くなることは図 7 より明らかである。

【0045】また半値幅を狭くすることによって後端白抜けランクが良くなることは図 11 から明らかである。この図 11 は図 7 と図 10 の関係から導き出せるもので、半値幅が狭くなるほど磁気ブラシの穂立ち均一度が上がり（図 10）、当該穂立ち均一度が上がるほど画像後端白抜けランクも上がる（図 7）であるから、図 11 に示されるような関係が成り立つのである。

【0046】穂立ちの均一性が良い状態は、減衰率の高い磁石ローラを用いて主磁極を形成させることによって、作り出すことができる。実験値では半値幅を小さくすることによって減衰率が高まることが判明している。半値幅を小さくするには、磁石の幅（スリーブ円周方向での幅）を小さくすることによって達成できるが、半値幅を狭くすることにより隣り合う磁石に回り込む磁力線量が増え、スリーブ表面より離れた部分での法線磁束密度が低下する。磁石ローラと現像スリーブの間には、磁石ローラが固定され現像スリーブが回転するのに必要な

空間と現像スリーブの肉厚分とに基づく実質空隙が存在し、接線磁束密度位置が実質的に現像スリーブ側に集中するので、法線磁束密度はスリーブ表面から遠ざかるほど低下するのである。

【0047】減衰率の高い磁石ローラを使用すると磁気ブラシは短く密に形成される。これに対して、減衰率の低い従来の磁石ローラでは磁気ブラシは長く疎に形成される。これは、減衰率の大きい磁石により形成された境界は隣の磁石（例えば P1b に対する P1a, P1c）に引き付けられやすくなり、法線方向に磁束が広がるよりも接線方向に磁束が回り込む寄与が高くなり、法線方向の磁束密度が小さくなることによって法線方向に磁気ブラシが形成されにくくなり、短く且つ密に磁気ブラシが形成されるのである。例えば減衰率の高い磁石 P1b に形成される磁気ブラシは細長く個別に形成されるよりも隣り合って短く形成された方が安定する。減衰率の低い従来の磁石ローラでは現像剤の汲み上げ量を少なくしても磁気ブラシは短くならず、ほぼ前述した磁気ブラシと同等の長さとなってしまふ。

【0048】減衰率を高くするには、主磁極と隣り合う主磁極形成補助磁石を（スリーブ周方向において）主磁極位置に近づけることでも達成可能である。こうすることにより、主磁極から発せられる磁力線が隣り合う主磁極形成補助磁極に流れ込む磁力線が増すことになって、減衰率が高くなる。

【0049】主磁極の半値幅を狭くして、短い磁気ブラシでの立ち上がりと穂倒れを実現し、スリーブ長手方向においては、その立ち上がりと倒れを均一化することで、図 19 に破線で示した曲線の如く、線速比が大きくなっても後端濃度の低下がない特性となること（条件 1）が確認された。これにより、後端白抜け／ギザギザが発生しない画質向上を実現する現像装置を提供することができる。

【0050】次に、本発明の適用を電子写真式カラー複写機（以下、カラー複写機という）に広げて説明する。まず、図 12 を用いて、本カラー複写機の概略構成及び動作について説明する。このカラー複写機は、カラー画像読取装置（以下、カラスキャナという）11、カラー画像記録装置（以下、カラープリンタという）12、給紙バンク 13 等で構成されている。

【0051】上記カラスキャナ 11 は、コンタクトガラス 101 上の原稿 10 の画像を照明ランプ 102、ミラー群 103a, 103b, 103c 及びレンズ 104 を介してカラーセンサ 105 に結像して、原稿 10 のカラー画像情報を、例えば赤、緑、青（以下、それぞれ R, G, B という）の色分解光毎に読み取り、電気的な画像信号に変換する。ここで、カラーセンサ 105 は、本例では R, G, B の色分解手段と CCD のような光電変換素子で構成され、原稿 10 の画像を色分解した 3 色のカラー画像を同時に読み取っている。そして、このカ

ラースキャナ11で得たR、G、Bの色分解画像信号強度レベルを基にして、不図示の画像処理部で色変換処理を行い、黒（以下、Bkという）、シアン（以下、Cという）、マゼンタ（以下、Mという）、イエロー（以下、Yという）のカラー画像データを得る。

【0052】上記Bk、C、M、Yのカラー画像データを得るためのカラースキャナ11の動作は次の通りである。後述のカラープリンタ12の動作とタイミングを取ったスキャナスタート信号を受けて、照明ランプ102及びミラー群103a、103b、103c等からなる光学系が矢印左方向へ原稿10を走査し、1回の走査毎に1色のカラー画像データを得る。この動作を合計4回繰り返すことによって、順次4色のカラー画像データを得る。そして、その都度カラープリンタ12で順次顕像化しつつ、これを重ね合わせて最終的な4色フルカラー画像を形成する。

【0053】上記カラープリンタ12は、像担持体としての感光体ドラム20、書き込み光学ユニット22、リボルバ現像ユニット23、中間転写装置26、定着装置27等で構成されている。上記感光体ドラム20は矢印の反時計方向に回転し、その周りには、感光体クリーニング装置201、除電ランプ202、帯電器203、電位センサ204、リボルバ現像ユニット23の選択された現像器、現像濃度パターン検知器205、中間転写装置26の中間転写ベルト261などが配置されている。

【0054】また、上記書き込み光学ユニット22は、カラースキャナ11からのカラー画像データを光信号に変換して、原稿10の画像に対応した光書き込みを行い、感光体ドラム20に静電潜像を形成する。この書き込み光学ユニット22は、光源としての半導体レーザー221、不図示のレーザー発光駆動制御部、ポリゴンミラー222とその回転用モータ223、f/θレンズ224、反射ミラー225などで構成されている。

【0055】また、上記リボルバ現像ユニット23は、Bk現像器231K、C現像器231C、M現像器231M及びY現像器231Yと、各現像器を矢印の反時計方向に回転させる後述のリボルバ回転駆動部などで構成されている。各現像器は、静電潜像を現像するために現像剤の穂を感光体ドラム20の表面に接触させて回転する現像スリーブと、現像剤を汲み上げて攪拌するために回転する現像剤パドルなどで構成されている。各現像器231内のトナーはフェライトキャリアとの攪拌によって負極性に帯電され、また、各現像スリーブには不図示の現像バイアス電源によって負の直流電圧Vdcに交流電圧Vacが重畳された現像バイアスが印加され、現像スリーブが感光体ドラム20の金属基体層に対して所定電位にバイアスされている。複写機本体の待機状態では、リボルバ現像ユニット23はBk現像器231Kが現像位置にセットされており、コピー動作が開始される

と、カラースキャナ11で所定のタイミングからBkカラー画像データの読み取りが開始され、このカラー画像データに基づいてレーザー光による光書き込み、静電潜像形成が始まる（以下、Bk画像データによる静電潜像をBk潜像という。C、M、Yについても同様）。このBk潜像の先端部から現像可能とすべくBk現像位置に静電潜像先端部が到達する前にBk現像スリーブを回転開始しておいて、Bk潜像をBKトナーで現像する。Bk潜像領域の現像動作が続いて、静電潜像後端部がBk現像位置を通過した時点で、速やかに次の色の現像器（本例では通常C現像器）が現像位置にくるまで、リボルバ現像ユニット23が回転する。これは少なくとも、次の画像データによる静電潜像先端部が到達する前に完了する。

【0056】このリボルバ現像ユニット23については、後で詳しく説明する。上記中間転写装置26は、中間転写ベルト261、ベルトクリーニング装置262、紙転写コロナ放電器（以下、紙転写器という）263などで構成されている。中間転写ベルト261は駆動ローラ264a、転写対向ローラ264b、クリーニング対向ローラ264c及び従動ローラ群に張架されており、不図示の駆動モータにより、駆動制御される。またベルトクリーニング装置262は、入口シール、ゴムブレード、排出コイル、入口シール及びゴムブレードの接離機構等で構成されており、1色目のBk画像を中間転写ベルト261に転写した後の2、3、4色目の画像をベルト転写している間は接離機構によって中間転写ベルト261の表面から入口シール、ブレードを離間させておく。また紙転写器263は、コロナ放電方式にてAC電圧+DC電圧、又はDC電圧を印加して、中間転写ベルト261上の重ねトナー像を記録紙に一括転写する。

【0057】また、カラープリンタ12内の記録紙カセット207及び給紙バンク13内の記録紙カセット30a、30b、30cには、各種サイズの記録紙が収納されており、指定されたサイズの記録紙のカセットから、給紙コロ28、31a、31b、31cによってレジストローラ対29方向に給紙、搬送される。また、プリンタ12の図で見て右側面には、OHP用紙や厚紙などの手差し給紙用の手差しトレイ21が設けられている。

【0058】上記構成のカラー複写機において、画像形成サイクルが開始されると、まず感光体ドラム20は矢印の反時計方向に、中間転写ベルト261は矢印の時計回りに不図示の駆動モータによって回転される。中間転写ベルト261の回転に伴ってBkトナー像形成、Cトナー像形成、Mトナー像形成、Yトナー像形成が行われ、最終的にBk、C、M、Yの順に中間転写ベルト261上に重ねてトナー像が形成される。

【0059】上記Bkトナー像形成は次のように行なわれる。帯電器203はコロナ放電によって感光体ドラム20を負電荷で約-700Vに一樣帯電する。そして、

半導体レーザー221はBkカラー画像信号に基づいてラスタ露光を行う。このラスタ像が露光されたとき、当初一様荷電された感光体ドラム20の露光部分は、露光光量に比例する電荷が消失し、Bk潜像が形成される。そして、このBk潜像にBk現像スリーブ上の負帯電のBkトナーが接触することにより、感光体ドラム20の電荷が残っている部分にはトナーが付着せず、電荷の無い部分、つまり露光された部分にはBkトナーが吸着され、静電潜像と相似なBkトナー像が形成される。そして、感光体ドラム20上に形成されたBkトナー像は、感光体ドラム20と接触状態で等速駆動している中間転写ベルト261の表面に、ベルト転写器265によって転写される（以下、感光体ドラム20から中間転写ベルト261へのトナー像転写をベルト転写という）。

【0060】感光体ドラム20上の若干の未転写残留トナーは、感光体ドラム20の再使用に備えて感光体クリーニング装置201で清掃される。ここで回収されたトナーは回収パイプを経由して不図示の排トナータンクに蓄えられる。

【0061】感光体ドラム20側ではBk画像形成工程の次にC画像形成工程に進み、所定のタイミングでカラーズキャナ11によるC画像データ読み取りが始まり、そのC画像データによるレーザー光書き込みで、C潜像形成が行われる。そして、先のBk潜像の後端部が通過した後で、かつC潜像の先端部が到達する前にリボルバー現像ユニット23の回転動作が行なわれ、C現像器231Cが現像位置にセットされてC潜像がCトナーで現像される。C潜像領域の現像が続いて、C潜像の後端部が現像位置を通過した時点で、先のBk現像器231Bの場合と同様にリボルバー現像ユニット23の回転動作がなされ、次のM現像器231Mを現像位置に移動させる。これもやはり次のM潜像の先端部が現像位置に到達する前に完了させる。

【0062】なお、M及びYの画像形成工程については、それぞれのカラー画像データ読み取り、静電潜像形成、現像の動作が上述のBk、Cの工程と同様であるので説明を省略する。

【0063】上記中間転写ベルト261には、感光体ドラム20に順次形成されるBk、C、M、Yのトナー像を、同一面に順次位置合わせして、4色重ねのトナー像が形成され、次の転写工程において、この4色のトナー像が記録紙に紙転写器263により一括転写される。

【0064】上記画像形成動作が開始される時期に、記録紙は上記記録紙カセット又は手差しトレイのいずれかから給送され、レジストローラ対29のニップで待機している。そして、紙転写器263に中間転写ベルト261上のトナー像先端がさしかかるときに、ちょうど記録紙の先端がこのトナー像の先端に一致するようにレジストローラ対29が、駆動され、記録紙とトナー像とのレジスト合わせが行われる。そして、記録紙が中間転写ベ

ルト261上のトナー像と重ねられて正電位の紙転写器263の上を通過する。このときコロナ放電電流で記録紙が正電荷で荷電され、トナー画像が記録紙上に転写される。続いて紙転写器263の図で見て左側に配置されるべき不図示のAC+DCコロナによる分離除電器との対向部を通過するときに、記録紙は除電され、中間転写ベルト261から剥離して搬送ベルト211に移る。

【0065】そして、中間転写ベルト261面から4色重ねトナー像を一括転写された記録紙は、搬送ベルト211で定着装置27に搬送され、所定温度に制御された定着ローラ271と加圧ローラ272のニップ部でトナー像が溶融定着され、排出ローラ対32で装置本体外に送り出され、不図示のコピートレイに表向きにスタックされ、フルカラーコピーを得る。

【0066】一方、ベルト転写後の感光体ドラム20の表面は、感光体クリーニング装置201（ブラシローラ、ゴムブレード）でクリーニングされ、除電ランプ202で均一に除電される。また、記録紙にトナー像を転写した後の中間転写ベルト261の表面は、ベルトクリーニング装置262のブレードを再びブレード接離機構で押圧することによってクリーニングされる。

【0067】次に、上記リボルバ現像ユニット23について説明する。図13は、各現像器231K、231C、231M、231Yが一体となったリボルバ現像ユニット23の内部構造を示す断面図である。このリボルバ現像ユニット23の各現像器231K、231C、231M、231Yは、不図示の前後端板間に設けられた中空角筒状のステータ部材242によってそれぞれ支持されている。また、各現像器231K、231C、231M、231Yは、それぞれ同型の現像器ケーシング部283K、283C、283M、283Yを備えている。これら各現像器ケーシング部283K、283C、283M、283Yには、現像剤としてのキャリア及び各色のトナーからなる二成分現像剤がそれぞれ収容されている。図示の例では感光体ドラム20に対向する現像位置にあるのが黒トナーとキャリアを収容したBk現像器231Kで、図中反時計回りの順に、イエロートナーとキャリアを収容したY現像器231Y、マゼンタトナーとキャリアを収容したM現像器231M、シアントナーとキャリアを収容したC現像器231Cになっている。

【0068】ここで、4つの各現像器の内部構造はまったく同様なので、以下、図13において現像位置にあるBk現像器231Kを例にとってその内部構造を説明し、他の現像器の内部構造については、対応する部材の符号として、Bk現像器における符号と同じ数字にイエロー、マゼンタ、シアン各現像器を区別するためY、M、Cの添字を付した符号を図中に示し、その説明を省略する。

【0069】図13に示すように現像装置に設けられている現像剤担持体としての現像ローラ284は、潜像担

10

20

30

40

50

持体としての感光体ドラム20に近接するようにして配置されており、両者の対向部分に現像領域が形成されるようになっている。上記現像ローラ284には、アルミニウム、真鍮、ステンレス、導電性樹脂などの非磁性体を円筒状に形成してなる現像スリーブ285が不図示の回転駆動機構によって時計回り方向に回転されるようにして備えられている。本例においては、感光体ドラム20のドラム径が90mmに設定されているとともに、ドラム線速が200mm/secが設定されている。また現像スリーブ285のスリーブ径は30mmに設定され

【0070】上記現像スリーブ285内には当該現像スリーブ285の表面上に現像剤を立ち上げるように磁界を形成する磁石ローラ体286が固定状態で備えられている。このとき現像剤を構成するキャリアは、上記磁石ローラ体286から発せられる磁力線に沿うようにして\*

φ30mm(本発明FeNdB\*nd磁石ローラ)

	P1a	P1b	P1c	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
磁束密度(mT)	92.7	93.2	90.0	69.4	-	50.0	54.7	48.5	85.8	63.6
半径中	345	0	15.6	60.1	-	140.6	185.7	220.7	272.3	311.5
央角度	(-15.0)									
半径値	11.6	9.7	12.1	24.3	-	26.5	25.9	20.8	27.2	19.0
磁極	S	N	S	N		N	S	N	S	N

φ30mm(従来磁石ローラ)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
磁束密度(mT)	102.3	64.6	-	61.8	54.7	46.3	79.7
半径中	0	56.5	-	138.7	185.0	222.6	270.9
央角度							
半径値	27.8	23.3	-	23.6	23.8	26.3	24.8
磁極	N	S		S	N	S	N

【0072】上記磁石ローラ286は10極によって構成されているが、汲み上げ性、黒ベタ画像追従性を向上させるためにP3極からドクタブレード間に磁極を更に増やして12極で構成する磁石ローラとしても良い。磁石の形状に関しては、上記磁石ローラ内部の個々の磁石断面形状は四角でもよいが、その他に扇型、竹輪型などが考えられる。

【0073】上記磁石ローラの測定は既述したADS社製TS-10A型プローブ、ガウスメータHGM-8900Sを用いて行った。法線方向、接線方向の磁束密度の測定のホール素子の位置はスリーブ表面より0.5mmに設定した。

【0074】以上のような構成を有する現像ローラを有する現像装置において、現像器ケーシング部283K内には、現像ローラ284に担持され感光体ドラム20との対向部に搬送される現像剤量を規制するドクタブレード287、当該ドクタブレード287で規制されて現像器ケーシング内に押し留められた現像剤の一部を中心軸

\* 現像スリーブ285上にチェーン状に穂立ちを起こすとともに、このチェーン状に穂立ちを起こしたキャリアに対して帯電トナーが付着されて磁気ブラシが構成されるようになっている。この磁気ブラシは、現像スリーブ285の回転移送にともなって現像スリーブ285と同方向(時計回り方向)に移送されることとなる。上記磁石ローラ体286は、複数の磁極を備えている。具体的には、図14に詳細を示すように、現像領域部分に現像剤を立ち上げる現像主磁極P1bと、現像主磁極磁力の形成を補助する主磁極形成補助部材P1a、P1c、現像スリーブ285上に現像剤を汲み上げるための磁極P4、P5、汲み上げられた現像剤を現像領域まで搬送させる磁極P6、P7、P8、現像後の領域で現像剤を搬送させる磁極P2、P3を備えている。これらの各磁極P1b、P1a、P1c、P4、P5、P6、P7、P8、P2及びP3は、現像スリーブ285の半径方向に向けて配置されている。その30mm径での本発明に係るFeNdBボンドの磁石ローラでの磁束密度等を従来構成での磁石ローラとの比較において表2に示す。

【0071】

【表2】

線方向に沿って後から前に搬送する第1搬送スクリュー288、及び、中心軸線方向に沿って上記第1搬送スクリュー288とは逆の向きに現像剤を搬送する第2搬送スクリュー289が配設されている。この第2搬送スクリュー289の下方の現像器ケーシング部283Kには、現像器ケーシング部283Kに収容されている現像剤のトナー濃度を検出するためのトナー濃度センサが設置されている。

【0075】

【発明の効果】本発明によれば、短い磁気ブラシでの立ち上がり倒れを実現して現像ニップを狭くし、スリーブ長手方向においては、その立ち上がり倒れを均一化することができたので、画像後端における白抜けやギザギザ形状の発生更には細線画像の発生を防止でき、点画像の細らせ現象を低減できるなど、異常画像の発生原因を抑え、画像濃度を高くし且つ低コントラスト画像を良好にすることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る現像装置を含む感光体ユニットの概略構成図である。

【図2】図1における現像装置の詳細構成図である。

【図3】本発明に係る現像装置での現像ローラの磁力分布とその大きさ程度を示す図である。

【図4】磁石P1aが欠けた場合の磁力分布を示す図である。

【図5】比較のために従来公知の現像ローラの磁力分布を示す図である。

【図6】主磁石と主磁極磁気形成補助磁石の角度位置関係を表す図である。

【図7】磁気ブラシの穂立ち均一度と画像後端白抜きの程度との関係をランク的に示すグラフである。

【図8】後端白抜きの有無に伴う現像スリーブ長手方向での様子を示す概念図で、(a)が本発明に係る磁気ブラシによるものであり、(b)が従来の磁気ブラシによるものである。

【図9】本発明での現像領域での現像ギャップやニップの大きさを示すイメージ図である。

【図10】主磁極の半値幅と磁気ブラシの穂立ち均一度の程度との関係を示すグラフである。

【図11】主磁極の半値幅と画像後端白抜きの程度との関係を示すグラフである。

【図12】本発明に係る画像形成装置としてのカラー複写機の概略構成図である。

【図13】本発明に係る現像装置としてのリボルバ現像\*

\* ユニットの部分概略構成図である。

【図14】図10のリボルバ現像ユニットでの現像ローラの磁力分布とその大きさ程度を示す図である。

【図15】比較のために従来公知の現像ギャップやニップの大きさを示すイメージ図である。

【図16】現像ニップ内での磁気ブラシにおけるキャリアに付着しているトナーの振る舞いを静電潜像との位置関係で示すもので、静電潜像の表面電位とニップでの静電潜像位置の状態及びニップ内での磁気ブラシの動きを夫々a、bで示す。

【図17】図16aでの磁気ブラシの先端キャリアとトナーの付着状態をモデル図として表したもので、a～dがそれぞれ磁気ブラシ位置H1、H2、H3、H4に相当する。

【図18】後端白抜きの観察のために用いたベタ画像を示す図である。

【図19】現像スリーブの移動速度と感光体の移動速度の速度比と画像濃度の関係を示すグラフである。

【符号の説明】

1 感光体ドラム

4 現像装置

41 現像ローラ

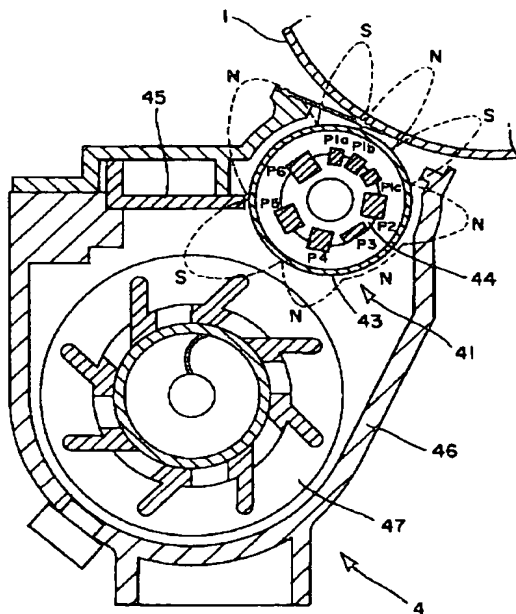
43 現像スリーブ

44 磁石ローラ体

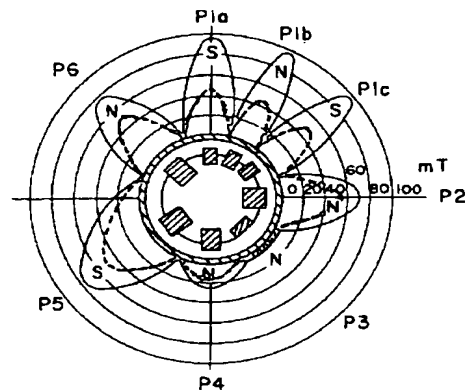
45 ドクタブレード

47 スクリュー

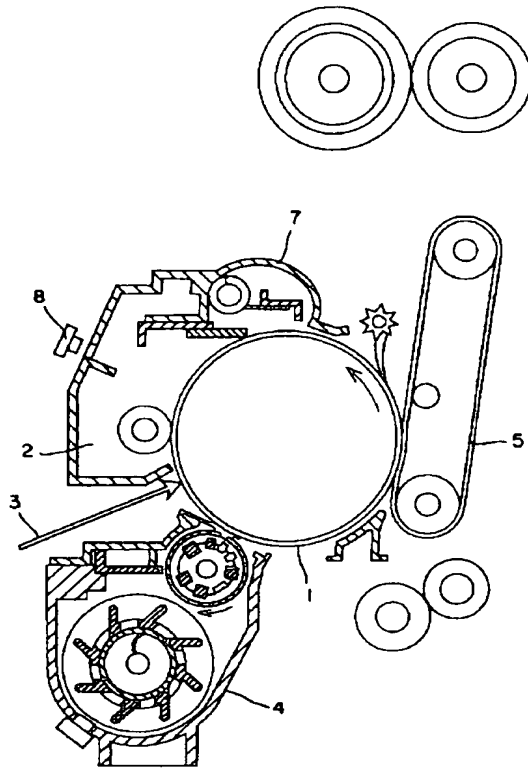
【図2】



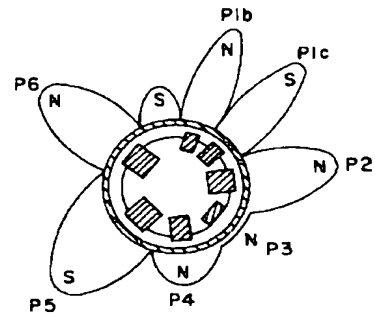
【図3】



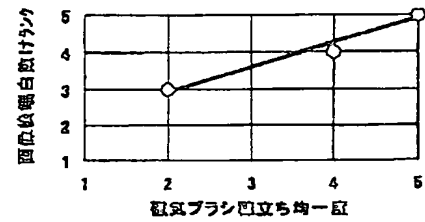
【図1】



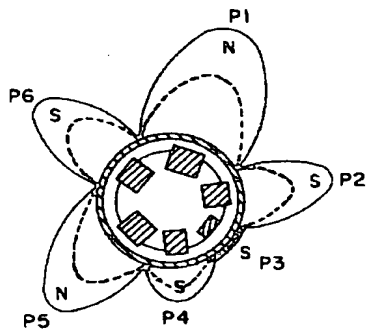
【図4】



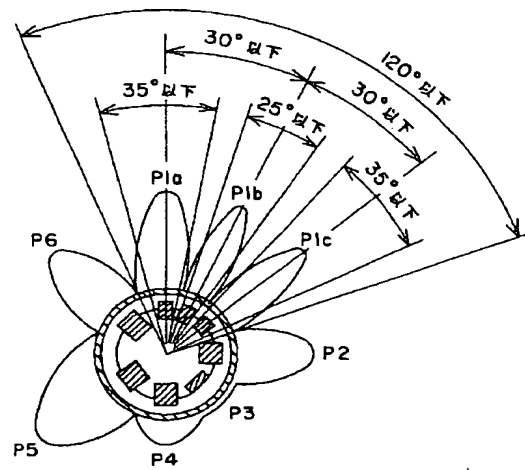
【図7】



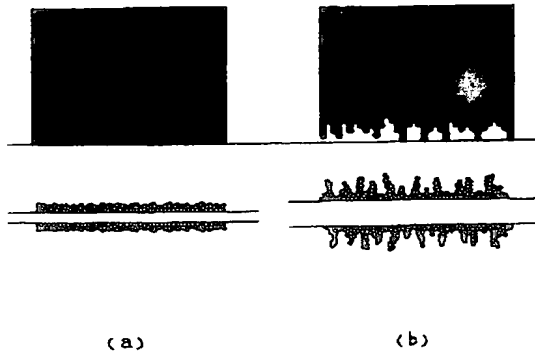
【図5】



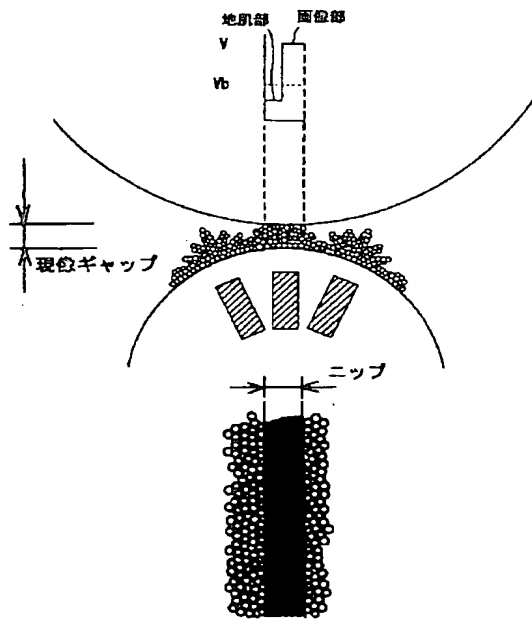
【図6】



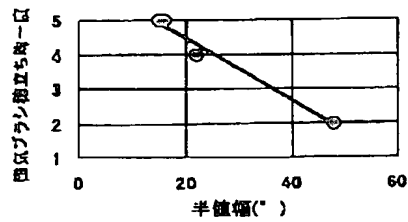
【図8】



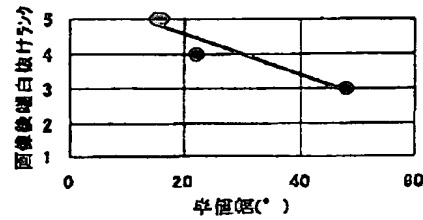
【図9】



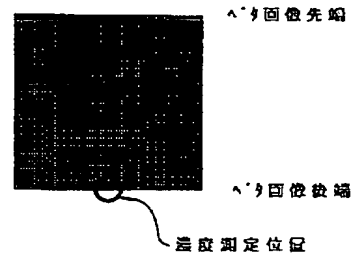
【図10】



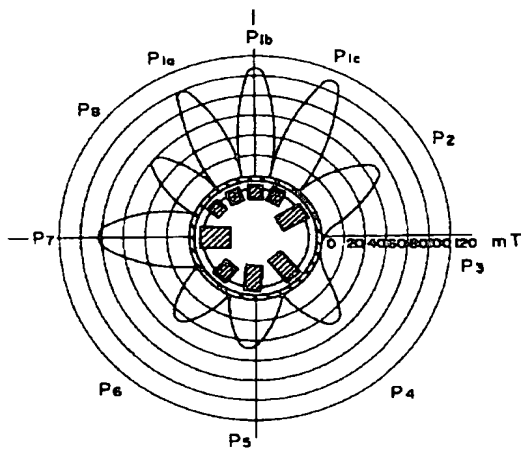
【図11】



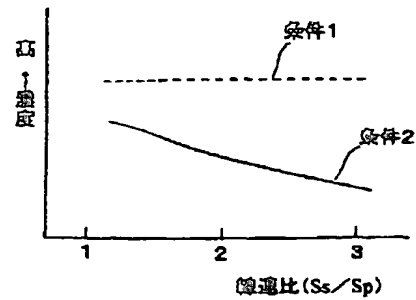
【図18】



【図14】

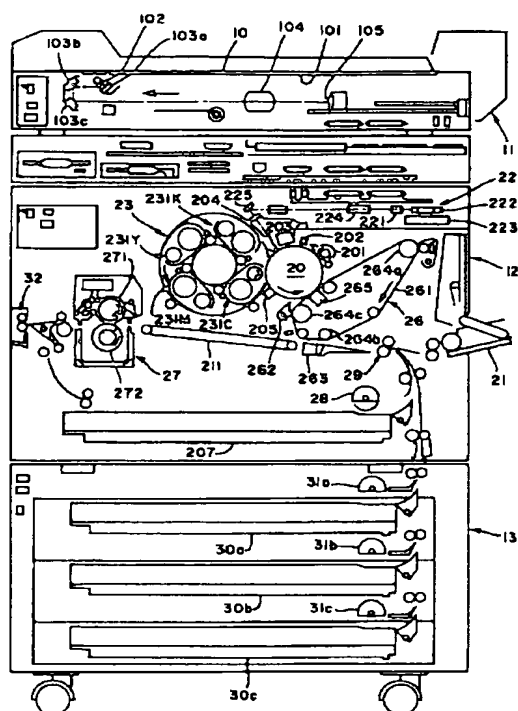


【図19】

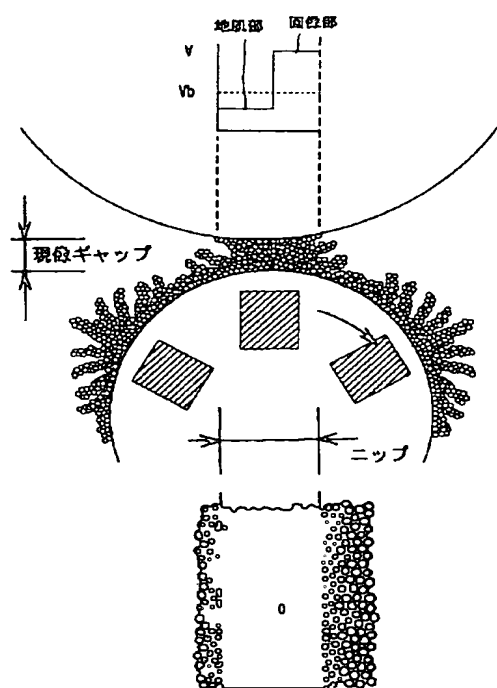




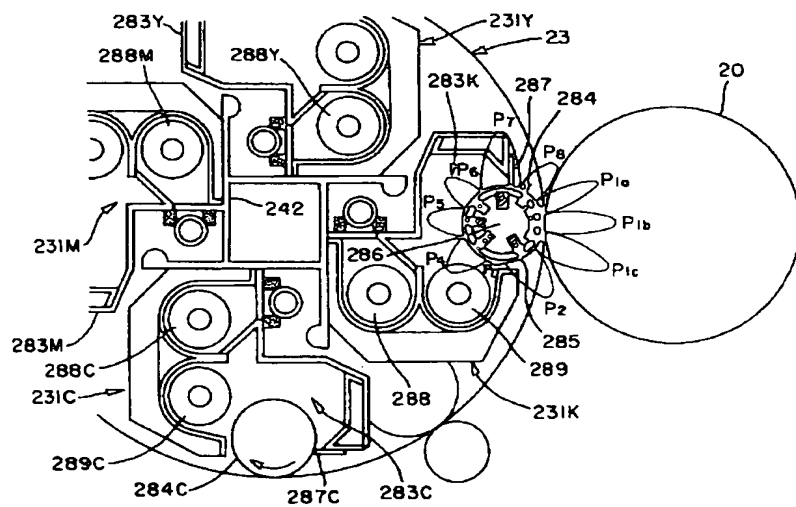
【圖 12】



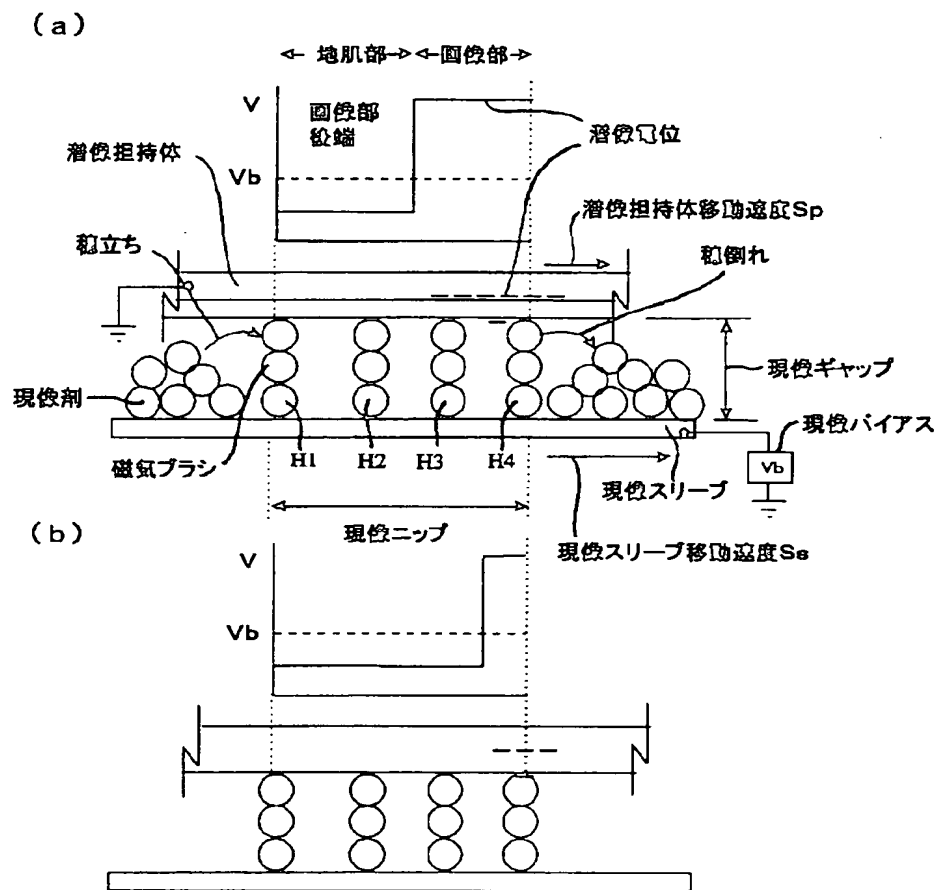
【图 15】



【圖 13】



【図16】



【図17】

